

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

ХИМИЯ

Методические указания к лабораторным работам
для направления «Строительство»

Пенза 2015

УДК 546.(076.5)
ББК 24.1я73
Х46

Рекомендовано Редсоветом университета

Рецензент – кандидат технических наук, доцент Р.В. Тарасов
(ПГУАС)

Химия: методические указания к лабораторным работам
Х46 / Н.Г. Вилкова, А.В. Нуштаева, А.А. Шумкина. – Пенза: ПГУАС,
2014. – 48 с.

Приведены лабораторные работы по разделам дисциплины «Химия». Изложенные материалы представлены в объеме, достаточном для самостоятельной подготовки студентов к лабораторным занятиям в рамках учебной программы дисциплины «Химия».

Методические указания по выполнению лабораторных работ подготовлены на кафедре «Физика и химия» и предназначены для студентов 1-го курса направления 08.03.01 «Строительство», изучающих дисциплину «Химия».

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2015

© Вилкова Н.Г., Нуштаева А.В.,
Шумкина А.А., 2015

ПРЕДИСЛОВИЕ

Лабораторные работы по дисциплине «Химия» способствуют выработке у студентов умений применять на практике теоретические знания, полученные на лекциях или в ходе самостоятельной работы. При выполнении лабораторных работ студенты приобретают навыки постановки эксперимента, обработки и анализа экспериментальных данных.

Методические указания состоят из 14 лабораторных работ, представляющих разделы дисциплины «Химия» для направления 08.03.01 «Строительство». Программа дисциплины (в соответствии с ФГОС ВПО) содержит разделы:

- строение вещества;
- энергетика химических реакций, элементы химической термодинамики;
- химическая кинетика и равновесие; химические реакции в гомогенных и гетерогенных системах;
- растворы; электролитическая диссоциация;
- дисперсные системы и коллоидные растворы;
- химия металлов;
- основы химии вяжущих;
- основы органической химии и химии высокомолекулярных соединений.

Методические указания рекомендуются для использования студентами 1-го курса очной и заочной форм обучения направления 08.03.01 «Строительство» (степень квалификации выпускника – бакалавр) при изучении курса «Химия».

ВВЕДЕНИЕ

Общие указания к выполнению лабораторных работ.

Лабораторные занятия позволяют студентам усвоить законы и теоретические положения химии, уяснить влияние различных условий на течение химических процессов, ознакомиться со свойствами наиболее важных элементов и их соединений.

Лабораторные работы приносят пользу лишь в том случае, если выполняются сознательно, не механически. Поэтому перед каждым лабораторным занятием необходимо изучить теоретическое введение и прочитать описание техники выполнения предстоящей лабораторной работы.

Если нет специальных указаний преподавателя, опыты должны проводиться в точном соответствии с их описанием в данном руководстве.

Без разрешения преподавателя нельзя проводить никаких опытов, не предусмотренных планом.

По окончании каждого занятия, перед уходом из лаборатории, студент должен привести в порядок свое рабочее место.

При выполнении лабораторных работ могут потребоваться сведения, отсутствующие в описаниях выполнения опытов. Эти сведения имеются в приложениях:

1. Названия кислот и их кислотных остатков.
2. Стандартные энтропии и энтальпии образования некоторых веществ.
3. Плотность и массовые доли водных растворов некоторых солей.
4. Константы диссоциации некоторых слабых электролитов.
5. Растворимость солей и оснований в воде.
6. Стандартные электродные потенциалы металлов.
7. Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева.

Оформление рабочей тетради.

Во время проведения опытов следует внимательно наблюдать за всеми изменениями, происходящими с веществами в результате реакций.

Результаты наблюдений студент должен записать сразу же после каждого опыта в рабочую тетрадь.

На обложке рабочей тетради указываются фамилия студента, его шифр и номер группы.

Студент должен записать:

- условия, при которых производится опыт;
- наблюдения (образование осадка, изменение цвета раствора или осадка, выделение или поглощение теплоты, газообразование и т.д.);
- уравнения происходящих реакций;

- расчеты и выводы.

В случае работы с прибором следует нарисовать его схему.

По окончании каждой лабораторной работы рабочая тетрадь должна быть представлена преподавателю для проверки и подписи.

Правила пользования реактивами.

1. Взяв для проведения опыта раствор из склянки, надо сразу же закрыть ее пробкой и поставить на место.
2. Реактив, оставшийся неиспользованным, нельзя выливать обратно в склянку, из которой он был взят.
3. Не следует брать реактивы с соседних столов.
4. Реактивы общего пользования нельзя уносить на свои рабочие места.

Техника безопасности проведения работ в химической лаборатории.

1. Все работы с ядовитыми и неприятно пахнущими веществами проводить в вытяжном шкафу.
2. При работе с легковоспламеняющимися веществами запрещается использовать открытый огонь.
3. При нагревании пробирки с веществом держать ее следует отверстием в сторону от себя, а также в сторону от соседа.
4. При нагревании жидкости нельзя наклоняться над сосудом, так как в лицо могут попасть брызги.
5. Для определения запаха газа надо осторожно направлять рукой его поток к себе.
6. Для разбавления концентрированных кислот вливать их в воду небольшими порциями, при тщательном перемешивании. Особую осторожность соблюдать при разбавлении серной кислоты.
7. При работе с твердыми щелочами глаза следует закрывать защитными очками, а руки – резиновыми перчатками.
8. Ни в коем случае не брать в руки щелочные металлы. Их обрезки сдавать дежурному лаборанту и остерегаться попадания в них воды.
9. Попавшую на лицо или руки кислоту тотчас же смыть сильной струей воды и на обожженное место наложить повязку из ваты, смоченной слабым раствором гидрокарбоната натрия.
10. Попавшую на лицо или руки щелочь смыть сильной струей воды (пока кожа не перестанет быть скользкой) и на обожженное место наложить повязку из ваты, смоченной слабым раствором борной кислоты.
11. Обожженную горячими предметами кожу смочить крепким раствором перманганата калия.
12. При ранении стеклом необходимо убедиться, что в ранке не осталось стекла, быстро обтереть края ранки ватой, смоченной спиртом, смазать йодом и наложить повязку.

Лабораторная работа № 1

ОСНОВНЫЕ КЛАССЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Экспериментальная часть

Опыт 1. *Получение оксидов разложением гидроксидов.*

Ход работы. В пробирку налить 1 см³ раствора CuSO₄ и прилить избыток раствора NaOH. Полученный осадок нагреть на пламени горелки. Объяснить почернение осадка и написать уравнение реакции.

Опыт 2. *Отношение оксидов к кислотам и щелочам.*

Ход работы. Осадок в пробирке, полученный в опыте №1, разделить на две части. В одну пробирку с осадком прилить избыток раствора H₂SO₄, в другую – избыток раствора NaOH. В какой из пробирок наблюдается растворение осадка? Написать уравнение этой реакции.

Опыт 3. *Получение гидроксида взаимодействием оксида кальция с водой.*

Ход работы. В пробирку внести 0,1-0,2 г оксида кальция, прилить 3-5 см³ дистиллированной воды и энергично взболтать, после чего прибавить 1-2 капли фенолфталеина. Как изменяется цвет раствора? Написать уравнение реакции.

Опыт 4. *Получение гидроксидов взаимодействием соли со щелочью.*

Ход работы. В две пробирки (порознь) налить растворы хлорида железа(III) и сульфата марганца(II). В обе пробирки прилить раствор NaOH. Что наблюдается? Написать уравнения реакций.

Опыт 5. *Амфотерные свойства гидроксида алюминия.*

Ход работы. В пробирку налить 2-3 см³ раствора сульфата алюминия и по каплям – раствор NaOH до образования осадка. Смесь взболтать и вместе с осадком разлить в две пробирки. В первую пробирку влить раствор H₂SO₄, во вторую – раствор NaOH до полного растворения осадка. Написать уравнения реакций.

Опыт 6. *Взаимодействие солей с кислотами.*

Ход работы. Налить в две пробирки (порознь) 2-3 см³ растворов хлорида бария и нитрата свинца(II). Добавить в каждую пробирку 1 см³ раствора серной кислоты. Что наблюдается? Написать уравнения реакций.

Опыт 7. *Взаимодействие солей между собой.*

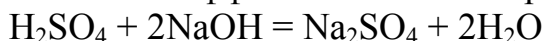
Ход работы. В одну пробирку налить по 1 см³ раствора хлорида натрия и нитрата серебра, во вторую – по 1 см³ раствора нитрата бария и сульфата натрия, в третью – по 1 см³ нитрата свинца(II) и йодида калия. Зафиксировать в результатах наблюдений цвет образующихся осадков. Написать уравнения реакций.

Лабораторная работа № 2 ТЕПЛОВОЙ ЭФФЕКТ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ

Экспериментальная часть

Опыт 1. *Определение теплоты нейтрализации сильной кислоты сильным основанием.*

Для определения теплового эффекта химической реакции



используют калориметрическую установку.

Взвесьте сухой калориметрический стакан на технических весах, запишите его массу – $m_{\text{ст}}$.

Отмерьте цилиндром определенный (80 или 100 см³) объем раствора гидроксида натрия с молярной концентрацией 1 моль/л. Вылейте раствор в калориметрический стакан и, перемешивая с помощью магнитной мешалки, определите начальную температуру раствора – $t_{\text{н}}$. Затем добавьте такой же объем кислоты с молярной концентрацией 0,5 моль/л, закройте стакан крышкой, перемешайте раствор магнитной мешалкой и запишите максимальную (конечную) температуру – $t_{\text{к}}$.

Используя полученные данные, рассчитайте следующие параметры:

1) Разницу температур ΔT (К) по формуле

$$\Delta T = T_{\text{к}} - T_{\text{н}}$$

2) Суммарную массу раствора, находящегося в калориметре (плотность раствора ρ можно принять равной 1 г/см³):

$$m_{\text{р}} = (V_{\text{кисл.}} + V_{\text{щел.}})\rho.$$

3) Теплоемкость системы C (Дж/К) как сумму теплоемкостей раствора и стеклянного стакана:

$$C = C_{\text{р}} m_{\text{р}} + C_{\text{ст}} m_{\text{ст}},$$

где $C_{\text{р}}$ – удельная теплоемкость раствора, $C_{\text{р}} = 4,184$ Дж/(г·К);

$C_{\text{ст}}$ – удельная теплоемкость стекла, $C_{\text{ст}} = 0,753$ Дж/(г·К);

$m_{\text{ст}}$ – масса стакана, г.

4) Количество теплоты q (Дж), выделившейся в калориметре:

$$q = C\Delta T.$$

5) Число моль n полученной воды:

$$n = C_{\text{щел}} V_{\text{щел}},$$

где $C_{\text{щел}}$ – молярная концентрация раствора щелочи NaOH, моль/л;

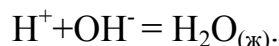
$V_{\text{щел}}$ – объем гидроксида натрия, взятый для опыта, л.

6) Тепловой эффект (изменение энтальпии) реакции нейтрализации:

$$\Delta H = -\frac{q}{n}.$$

Задание 1. *Термодинамический расчет изменения стандартной энтальпии реакции нейтрализации.*

Согласно теории электролитической диссоциации реакция нейтрализации сильной кислоты сильным основанием сводится к уравнению



Произведите расчет стандартной энтальпии $\Delta_r H^0_{298}$ реакции нейтрализации, используя данные, приведенные в таблице 1, по уравнению:

$$\Delta_r H^0 = (c \cdot \Delta_f H^0_{\text{C}} + d \cdot \Delta_f H^0_{\text{D}}) - (a \cdot \Delta_f H^0_{\text{A}} + b \cdot \Delta_f H^0_{\text{B}}),$$

где a , b , c , d – стехиометрические коэффициенты, а $\Delta_f H^0$ – стандартные теплоты образования веществ.

Т а б л и ц а 1

Стандартные значения термодинамических функций

	H^+	OH^-	$\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$
$\Delta_f H^0_{298}$, кДж/моль	0	-230,0	-286,0
S^0_{298} , Дж/моль	0	-10,5	70,0

Сравните полученные расчетное значение $\Delta_r H^0_{298}$ с экспериментальной величиной теплового эффекта ΔH , измеренной при комнатной температуре в опыте 1.

Аналогично рассчитайте изменение энтропии $\Delta_r S^0_{298}$ для этой реакции. Вычислите изменение энергии Гиббса $\Delta_r G^0_{298}$ для реакции нейтрализации при температуре 298 К по уравнению

$$\Delta_r G^0_{298} = \Delta_r H^0_{298} - T \Delta_r S^0_{298}$$

Сделайте вывод о возможности самопроизвольного протекания процесса в стандартных изобарно-изотермических условиях.

Лабораторная работа № 3 СКОРОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ И ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ

Экспериментальная часть

Опыт 1. Зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ.

Опыт основан на реакции взаимодействия тиосульфата натрия с серной кислотой:



Помутнение раствора в результате выделения коллоидной серы дает возможность установить конец реакции, зафиксировать время ее протекания при разных концентрациях исходных веществ и таким образом определить приближенно скорость реакции.

Скорость реакции в данном опыте выражается в условных единицах как величина, обратно пропорциональная времени протекания процесса.

Данные опыта необходимо занести в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Экспериментальные результаты определения относительной скорости реакции

№ опыта	Объем растворов, см ³			Относительная концентрация (С) Na ₂ S ₂ O ₃	Время появления суспензии, с	Относительная скорость реакции, с ⁻¹	Сравнение скоростей
	Na ₂ S ₂ O ₃	H ₂ O	H ₂ SO ₄				
1	5	10	10	1			
2	10	5	10	2			
3	15	0	10	3			

Ход работы:

1. В три пронумерованных химических стаканчика (емкостью 50 см³ или 100 см³) отмерьте мерными пробирками указанные в таблице объемы раствора тиосульфата и воды в миллилитрах.

2. В три пробирки отмерьте мерной пробиркой по 10 см³ серной кислоты.

3. Влейте одновременно в каждый из стаканов отмеренные объемы серной кислоты из пробирок и включите секундомер. Быстро перемешайте растворы.

4. Запишите в табл. 2 время τ протекания реакций в каждом из стаканов. Время определяют по появлению мутности в растворе.

5. Вычислите относительную скорость реакции в каждом стаканчике по формуле

$$v_{\text{отн}} = 1/\tau,$$

где $v_{\text{отн}}$ – относительная скорость реакции, с⁻¹;

τ – время от начала опыта до появления признаков суспензии (помутнения раствора), с.

6. Сравните скорости реакции, соответствующие разным относительным концентрациям тиосульфата натрия, для чего скорости реакции для C_2 и C_3 разделите на скорость для C_1 , т.е. примите скорость реакции для C_1 равной единице. Данные занесите в табл. 2.

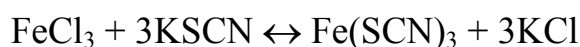
7. По экспериментальным данным постройте график зависимости относительной скорости реакции $v_{\text{отн}}$ от относительной концентрации $C_{\text{отн}}$.

8. Запишите выражение закона действия масс для данной химической реакции.

9. По характеру полученной кривой $v_{\text{отн}}(C_{\text{отн}})$ сформулируйте вывод о зависимости скорости реакции от концентрации реагирующих веществ.

Опыт 2. Смещение химического равновесия вследствие изменения концентрации реагирующих веществ.

Данный опыт основан на изменении окраски раствора при взаимодействии хлорида железа(III) и роданида калия:



Из веществ этой системы только роданид железа(III) интенсивно окрашен в вишневый цвет. Хлорид железа(III) в растворах имеет желтую окраску, растворы роданида калия и хлорида калия – бесцветны. Поэтому по изменению интенсивности окраски раствора, при добавлении в него одного из веществ, можно судить о смещении химического равновесия.

Ход работы:

1. В пробирку налейте 2-3 капли концентрированного раствора хлорида железа(III) и столько же концентрированного раствора роданида калия, прилейте дистиллированной воды почти доверху. Полученный окрашенный раствор перемешайте (путем переливания из одной пробирки в другую) и разлейте в четыре пробирки приблизительно поровну.

2. В первую пробирку добавьте две капли концентрированного раствора FeCl_3 ; во вторую – две капли раствора KSCN ; в третью – несколько кристаллов KCl . Четвертая пробирка – контрольный раствор.

3. Сравнивая с контрольной пробиркой, определите изменение интенсивности окраски раствора и, соответственно, направление смещения равновесия в каждой пробирке (вправо или влево). Результаты занесите в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Экспериментальные результаты
определения направления смещения равновесия

№ пробирки	Что добавлено	Изменение интенсивности окраски (сильнее, слабее)	Направление смещения равновесия (вправо, влево)
1			
2			
3			
4	контрольная пробирка		

4. Запишите математическое выражение закона действия масс для прямой и обратной реакции ($v_{\text{пр}}$ и $v_{\text{обр}}$) и выражение для константы равновесия (K_C).

5. По экспериментальным данным сформулируйте вывод о направлении смещения равновесия: а) при увеличении концентрации исходных веществ; б) при увеличении концентрации продуктов реакции.

Лабораторная работа № 4

РАСТВОРЫ. СПОСОБЫ ВЫРАЖЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ РАСТВОРОВ

Экспериментальная часть

1. Правила взвешивания на теххимических весах

Для приготовления растворов в большинстве случаев нужно производить взвешивание. Очень часто взвешивание выполняют с точностью до 0,01 г, для этого используют теххимические весы. Главными составными частями этих весов являются колонка и коромысло. К коромыслу весов прикреплена стрелка-указатель, а за стрелкой находится шкала с делениями. За качанием коромысла наблюдают с помощью этой стрелки. В рабочее состояние весы приводят осторожным поворотом по часовой стрелке рукоятки арретирующего устройства*. К весам прилагается разновес. Разновесом называется набор гирек, а каждая гирька называется разновеской.

Приступая к взвешиванию, прежде всего следует убедиться, что весы исправны и показаниям их можно верить. Для этого опускают арретир и наблюдают за качанием стрелки. Если отклонение стрелки в обе стороны от нуля шкалы равны или отличаются на 1-2 деления, то весы считаются верными. Если отклонение в одну из сторон будет больше, чем в другую, нужно отрегулировать весы, подвинчивая в ту или иную сторону грузики на концах коромысла. Убедившись в равновесии весов, приступают к взвешиванию.

Взвешиваемое вещество помещают на левую чашку весов, а на правую пинцетом кладут разновески. Разновески помещают на чашки весов в определенном порядке, начиная с самых крупных. Снимать и класть разновески следует только при арретированных** весках. Положив разновеску, освобождают арретир и следят за стрелкой весов. Если равновесия нет, вновь арретируют весы и прибавляют следующую порцию взвешиваемого вещества и продолжают до тех пор, пока не будет достигнуто равновесие. Взвешивание можно считать законченным, когда отклонение стрелки в правую и левую стороны от средней черты шкалы станет одинаковым или будет отличаться менее чем на 1-2 деления.

После взвешивания ничего нельзя оставлять на весах. По окончании работы весы нужно привести в порядок – арретировать их, а разновески и пинцет уложить в футляр.

* Винт-крепление чашек весов.

** Закрепленных.

2. Определение плотности раствора с помощью ареометра.

Определение концентрации раствора по плотности

Концентрацию раствора (содержащего одно растворенное вещество) иногда характеризуют величиной его плотности, так как определенной плотности раствора при данной температуре соответствует определенное содержание вещества в растворе. Измерив плотность раствора, можно по таблицам найти его концентрацию. Плотность растворов определяют с помощью ареометра. Его применение основано на том, что плавающее тело погружается в жидкость до тех пор, пока масса вытесненной им жидкости не станет равна массе самого тела.

Ареометр представляет собой стеклянную трубку, нижняя расширенная часть которой заполнена металлической дробью, залитой слоем смолы. В узкой верхней части ареометра имеется шкала с делениями. То деление шкалы, до которого ареометр погружается в жидкость, показывает плотность этой жидкости.

Для определения плотности исследуемого раствора его наливают в стеклянный цилиндр. Размер цилиндра должен соответствовать размеру ареометра. Жидкость нельзя наливать в цилиндр до краев во избежание ее переливания при погружении ареометра. Уровень жидкости должен быть ниже края цилиндра на 3-4 см. Погружать ареометр в испытуемую жидкость следует осторожно, не касаясь стенок цилиндра. Ареометр не выпускают из рук до тех пор, пока не станет очевидным, что он плавает. Отсчет по делениям шкалы ареометра производят по нижнему мениску жидкости.

По окончании работы ареометр промывают в воде и, вытерев его насухо, убирают в специальный футляр. Измеренную плотность ($\rho_{\text{опыт}}$) необходимо записать в рабочую тетрадь.

От плотности раствора переходят к концентрации, пользуясь специальными таблицами (см. прил. 3). Если табличные данные не совпадают с показаниями ареометра, то концентрацию определяют методом интерполяции (определение промежуточной величины по двум известным крайним). Для вычисления концентрации раствора методом интерполяции можно воспользоваться формулой

$$\omega_{\text{опыт}} = \omega_1 + \frac{(\omega_2 - \omega_1) \cdot (\rho - \rho_1)}{\rho_2 - \rho_1},$$

где $\omega_{\text{опыт}}$ – массовая доля, вычисленная опытным путем, %;

ρ – плотность данного раствора, г/мл;

ρ_1 и ρ_2 – ближайшие значения плотностей растворов (см. прил. 3) с недостатком и избытком, соответственно, г/см³;

ω_1 и ω_2 – концентрации растворов, соответствующие плотностям ρ_1 и ρ_2 , %.

Ошибка опыта:

$$\Delta\omega = \frac{|\omega_{\text{теор}} - \omega_{\text{опыт}}|}{\omega_{\text{теор}}} \cdot 100\%,$$

где $\omega_{\text{теор}}$ – теоретическое (заданное) значение массовой доли.

Опыт 1. *Приготовление растворов с заданной массовой долей.*

Приготовьте раствор с заданной массовой долей (по вариантам). Для приготовления раствора с заданной массовой долей рассчитайте массы растворенного вещества и воды. На техномических весах взвесьте необходимую массу растворяемого вещества и отмерьте мерным цилиндром дистиллированную воду. Навеску вещества и воду поместите в химический стакан (или колбу) и перемешивайте до полного растворения вещества, перенесите приготовленный раствор в цилиндр.

Определите ареометром плотность приготовленного раствора и его массовую долю, соответствующую плотности. Установите величину расхождения найденной концентрации с заданной.

Вычислите молярную, нормальную и моляльную концентрации, титр и молярную долю приготовленного раствора.

Варианты заданий:

- 1.1. Приготовьте 120 г раствора с массовой долей хлорида натрия 3 %.
- 1.2. Приготовьте 90 г раствора с массовой долей хлорида натрия 5 %.
- 1.3. Приготовьте 110 г раствора с массовой долей хлорида натрия 2 %.
- 1.4. Приготовьте 130 г раствора с массовой долей хлорида натрия 1 %.
- 1.5. Приготовьте 100 г раствора с массовой долей хлорида натрия 4 %.
- 1.6. Приготовьте 110 г раствора с массовой долей карбоната натрия 3 %.
- 1.7. Приготовьте 100 г раствора с массовой долей карбоната натрия 5 %.
- 1.8. Приготовьте 130 г раствора с массовой долей карбоната натрия 2 %.
- 1.9. Приготовьте 140 г раствора с массовой долей карбоната натрия 1 %.
- 1.10. Приготовьте 120 г раствора с массовой долей карбоната натрия 12 %.

Пример 1. Приготовить 130 г раствора с массовой долей хлорида натрия 1,5 %. Измерить плотность полученного раствора, вычислить все остальные концентрации для этого раствора.

Для приготовления раствора необходимо:

1) вычислить массу хлорида натрия (NaCl) по формуле

$$m(\text{NaCl}) = m(\text{раствора}) \cdot \omega(\text{NaCl}) / 100\% = 130 \cdot 1,5 / 100 = 1,95 \text{ г};$$

2) взвесить эту массу хлорида натрия на весах и перенести в коническую колбу вместимостью 250 мл;

3) определить массу воды для приготовления раствора по формуле

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{раствора}) - m(\text{NaCl}) = 130 - 1,95 = 128,05 \text{ г};$$

4) вычислить объём воды, учитывая, что плотность воды $\rho(\text{H}_2\text{O})$ равна 1 г/см^3 , по формуле: $V(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O}) / \rho(\text{H}_2\text{O}) = 128,05 / 1 = 128 \text{ см}^3$;

5) отмерить указанный в п.4 объём воды цилиндром и перенести воду в ту же колбу, в которую помещена масса хлорида натрия (см. п.2);

б) перемешать содержимое колбы круговым вращением колбы до полного растворения хлорида натрия. Перенести полученный раствор в цилиндр и измерить плотность данного раствора, $\rho(\text{раствора}) = 1,01 \text{ г/см}^3$.

Вычисляем молярную концентрацию $C(\text{NaCl})$ приготовленного раствора по формуле $C(\text{NaCl}) = m(\text{NaCl}) / (M(\text{NaCl}) \cdot V(\text{раствора})) = 1,95 / (58,5 \cdot 0,129) = 0,26 \text{ моль/л}$ (где $V(\text{раствора}) = m(\text{раствора}) / \rho(\text{раствора}) = 130 : 1,01 = 129 \text{ см}^3 = 0,129 \text{ л}$).

Определяем нормальную концентрацию $C_{\text{эк}}(\text{NaCl})$ приготовленного раствора по формуле $C_{\text{эк}}(\text{NaCl}) = m(\text{NaCl}) / (M_{\text{эк}}(\text{NaCl}) \cdot V(\text{раствора})) = 1,95 / (58,5 \cdot 0,129) = 0,26 \text{ г/моль} = 0,26 \text{ н}$.

Вычисляем моляльную концентрацию приготовленного раствора по формуле

$$C_m(\text{NaCl}) = m(\text{NaCl}) / (M(\text{NaCl}) \cdot m(\text{H}_2\text{O})) = 1,95 / (58,5 \cdot 0,128) = 0,26 \text{ моль/кг}.$$

Находим молярную долю хлорида натрия в приготовленном растворе по формуле $X_{(\text{NaCl})} = n(\text{NaCl}) / (n(\text{NaCl}) + n(\text{H}_2\text{O})) = 0,033 / (0,033 + 7,114) = 0,005$, где $n(\text{в}) = m(\text{в}) / M(\text{в})$.

Определяем титр приготовленного раствора по формуле

$$T_{(\text{NaCl})} = m(\text{NaCl}) / V(\text{NaCl}) = 1,95 / 129 = 0,015 \text{ г/см}^3.$$

Опыт 2. Приготовление растворов с заданной молярной или нормальной концентрацией.

Определите массу растворяемого вещества, необходимую для приготовления раствора (по вариантам). Рассчитанную массу вещества взвесьте на часовом стекле или в стаканчике на теххимических весах. В мерную колбу (на 100, 200 или 250 мл, в зависимости от варианта) вставьте воронку и перенесите в нее навеску вещества. Часовое стекло над воронкой обмойте небольшим количеством воды и смойте всю навеску в колбу. Постепенно добавляя воду и перемешивая жидкость легким круговым движением колбы, добейтесь полного растворения навески. Объем раствора при этом не должен превышать 2/3 объема колбы. Добавляя воду, доведите уровень жидкости в колбе до метки. Плотно закройте колбу пробкой и перемешайте раствор, перевернув несколько раз колбу вверх дном, держа ее за горлышко правой рукой и придерживая пробку большим пальцем.

Измерьте плотность раствора. Рассчитайте все остальные концентрации полученного раствора.

Варианты заданий:

- 2.1. Приготовьте 200 мл 0,6 М раствора хлорида натрия.
- 2.2. Приготовьте 100 мл 0,3 М раствора хлорида натрия.
- 2.3. Приготовьте 250 мл 0,2 М раствора хлорида натрия.
- 2.4. Приготовьте 100 мл 0,5 н раствора хлорида натрия.
- 2.5. Приготовьте 200 мл 0,4 н раствора хлорида натрия.
- 2.6. Приготовьте 100 мл 0,2 М раствора карбоната натрия.
- 2.7. Приготовьте 250 мл 0,3 М раствора карбоната натрия.
- 2.8. Приготовьте 100 мл 0,6 н раствора карбоната натрия.
- 2.9. Приготовьте 200 мл 0,5 н раствора карбоната натрия.
- 2.10. Приготовьте 250 мл 0,4 н раствора карбоната натрия.

Пример 2. Приготовить 250 мл 0,2 М раствора карбоната натрия (Na_2CO_3), измерить плотность полученного раствора, вычислить все остальные концентрации для этого раствора.

Для приготовления раствора необходимо:

1) вычислить массу карбоната натрия:

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = m(\text{Na}_2\text{CO}_3)/M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,2 \text{ моль/л} \cdot 106 \text{ г/моль} \cdot 0,25 \text{ л} = 5,3 \text{ г};$$

2) взвесить эту массу карбоната натрия на весах и перенести в мерную колбу вместимостью 250 мл, прилить дистиллированной воды, перемешать содержимое колбы круговым вращением до полного растворения карбоната натрия. Довести дистиллированной водой объем раствора до метки, указанной на горле колбы по нижнему мениску, перемешать.

3) Перенести полученный раствор в цилиндр и измерить плотность данного раствора.

4) Вычисление других концентраций приготовленного раствора проводить так, как указано в примере № 1, предварительно вычислив массу приготовленного раствора по формуле

$$m(\text{раствора}) = V(\text{раствора}) \cdot \rho(\text{раствора}).$$

Лабораторная работа № 5 ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКАЯ ДИССОЦИАЦИЯ. ИОННЫЕ РЕАКЦИИ В РАСТВОРАХ

Экспериментальная часть

Опыт 1. *Смещение ионного равновесия при увеличении концентрации одного из ионов взятого электролита.*

Ход работы. В две пробирки налейте по 1-2 см³ раствора с массовой долей гидроксида аммония 1 % и добавьте по 3 капли фенолфталеина. В первую пробирку добавьте на 3/4 объема насыщенного раствора хлорида аммония, а во вторую – столько же воды. Объясните изменение окраски раствора.

Опыт 2. *Смещение ионного равновесия при увеличении концентрации одного из ионов взятого электролита.*

Ход работы. В пробирку налейте 2-3 см³ сильно разбавленной уксусной кислоты. Добавьте несколько капель раствора метилоранжа. Кислоту разлейте в две пробирки, добавьте к одной из них несколько кристалликов ацетата натрия. Объясните изменение окраски индикатора.

Опыт 3. *Влияние концентрации ионов водорода на скорость реакции.*

Ход работы. В одну пробирку налейте 1-2 см³ 0,1 М раствора хлороводородной кислоты, а в другую – столько же 0,1 М раствора уксусной кислоты. В каждую пробирку добавьте по одинаковому кусочку цинка. С какой кислотой реакция идет быстрее? Дать объяснение этому явлению.

Опыт 4. *Ионные реакции с образованием труднорастворимых соединений.*

Ход работы. В каждую из пробирок налейте по 1-2 см³ растворов следующих солей: а) карбоната натрия и хлорида бария; б) сульфата меди и гидроксида натрия; в) йодида калия и нитрата свинца(II). Напишите молекулярные и сокращенные ионные уравнения реакций, отметив цвета образующихся осадков.

Опыт 5. *Влияние реакции среды на диссоциацию амфотерного электролита.*

Ход работы. К раствору сульфата цинка осторожно по каплям прилейте раствор NaOH до образования осадка. Полученный осадок разлейте на две части и в первую пробирку прилейте избыток хлороводородной кислоты, а во вторую – избыток щелочи. Что наблюдается? Дать объяснение этому явлению.

Лабораторная работа № 6 ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКАЯ ДИССОЦИАЦИЯ ВОДЫ. ВОДОРОДНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ. ГИДРОЛИЗ СОЛЕЙ

Экспериментальная часть

Опыт 1. *Изменение окраски индикаторов.*

Ход работы. В три пробирки налейте по 3 см³ дистиллированной воды и добавьте в первую пробирку несколько капель лакмуса, во вторую – несколько капель фенолфталеина, в третью – метилоранжа. Отметьте окраску индикаторов в воде. Добавьте в каждую пробирку кислоты. Наблюдайте изменение окраски индикатора в кислой среде, после этого влейте в каждую пробирку избыток раствора NaOH до изменения окраски индикатора. Затем заполните табл.4.

Т а б л и ц а 4

Изменение окраски индикаторов в зависимости от реакции среды

Индикатор	Реакция среды		
	кислая pH<7	нейтральная pH=7	щелочная pH>7
Фенолфталеин			
Лакмус			
Метилоранж			

Опыт 2. *Исследование реакции среды в растворах солей.*

Ход работы. В разные пробирки внесите несколько кристалликов карбоната натрия, хлорида натрия, сульфата железа(III). В каждую пробирку добавьте дистиллированной воды до растворения солей и

испытайте реакцию среды с помощью индикатора (лакмуса или метилоранжа). Напишите уравнения реакций гидролиза в молекулярном, ионном виде и укажите рН среды.

Опыт 3. Полный гидролиз солей.

Часто при взаимодействии двух солей в растворах из-за гидролиза вместо ожидаемых веществ образуются совсем другие продукты.

Ход работы. В три пробирки налейте по 1-2 см³ растворов следующих солей: хлорида железа (III), сульфата хрома(III) и сульфата алюминия. Во все три пробирки добавьте карбонат натрия и нагрейте. Напишите уравнения реакций гидролиза в молекулярном и ионном виде. Для каких целей может быть использован полный гидролиз?

Опыт 4. Влияние силы кислоты, образующей соль, на степень ее гидролиза.

Ход работы. В две пробирки внесите (порознь) несколько кристалликов карбоната натрия и сульфата натрия. Соли растворите в дистиллированной воде. Затем в каждую пробирку добавьте по 3-4 капли фенолфталеина. Напишите уравнения реакции гидролиза в молекулярном и ионном виде.

Лабораторная работа № 7 ЖЕСТКОСТЬ ВОДЫ

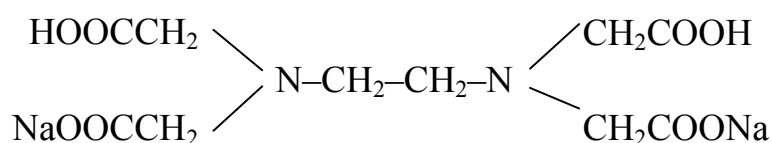
Экспериментальная часть

Приборы: штативы с бюретками – 6 шт., колбы конические – 6 шт., цилиндры мерные вместимостью 100 см³ – 2 шт., пробирки мерные – 2 шт., штатив с пробирками.

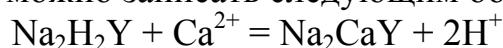
Реактивы: аммиачный буферный раствор; растворы: трилона Б, эриохрома черного и мыла.

Опыт 1. Определение общей жесткости воды комплексометрическим методом.

Распространенным методом определения общей жесткости воды является комплексометрический метод, основанный на образовании ионами Ca⁺² и Mg⁺² прочных соединений с трилоном Б, представляющим собой динатриевую соль этилендиаминотетрауксусной кислоты (ЭДТА, схематично H₄Y):



Если обозначить формулу трилона Б как $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$, то схему образования комплексоната кальция можно записать следующим образом:



Для смещения равновесия вправо, то есть в сторону образования комплексоната, вводят щелочь или буферный раствор.

В качестве индикатора при определении жесткости используют эриохром черный. В щелочной среде ионы Ca^{2+} и Mg^{2+} образуют с эриохромом черным комплексы красного цвета, менее прочные, чем комплексонаты этих металлов с трилоном Б. При титровании пробы воды раствором трилона Б в присутствии эриохрома черного красные комплексы кальция и магния с эриохромом разрушаются, образуются более прочные комплексонаты этих металлов с трилоном Б, не имеющие окраски. Поэтому в точке эквивалентности красная окраска раствора переходит в синюю, обусловленную окраской аниона индикатора.

В коническую колбу вместимостью 250 см^3 отмерьте пипеткой или мерным цилиндром 100 см^3 исследуемой воды. Добавьте 5 см^3 аммиачного буферного раствора, 5-8 капель эриохрома черного и титруйте рабочим раствором трилона Б до перехода вишнево-красной окраски в синюю. В конце титрования рабочий раствор трилона Б следует прибавлять по каплям, энергично перемешивая. Запишите результаты титрования.

Общую жесткость воды определяют по формуле

$$C_{\text{общ}} = \frac{V_1 C_{\text{эк}} \cdot 10^3}{V_2},$$

где $C_{\text{общ}}$ – общая жесткость воды, ммоль/л;

V_1 – объем рабочего раствора трилона Б, пошедший на титрование, см^3 ;

$C_{\text{эк}}$ – молярная концентрация эквивалента раствора трилона Б, моль/л;

V_2 – объем исследуемой воды, см^3 .

Опыт 2. *Определение постоянной жесткости воды комплексометрическим методом.*

В коническую колбу вместимостью 250 см^3 отмерьте пипеткой или мерным цилиндром 100 см^3 исследуемой воды. Термостойким карандашом по стеклу отметьте уровень воды в колбе. Закройте колбу воронкой и кипятите 30 мин. По мере испарения воды в колбу осторожно приливайте дистиллированную воду. После охлаждения профильтруйте кипяченую воду через фильтр в чистую сухую колбу, 2-3 раза промойте фильтр небольшим количеством дистиллированной воды. К профильтрованной пробе воды добавьте 5 см^3 аммонийной буферной смеси, 5-8 капель эриохрома черного и титруйте рабочим раствором ЭДТА до перехода вишнево-красной окраски в синюю.

Постоянную жесткость вычисляют по формуле

$$C_{\text{пост}} = \frac{V_1 C_{\text{эк}} \cdot 1000}{V_2},$$

где $C_{\text{пост}}$ – постоянная жесткость, ммоль/л;

V_1 – объем рабочего раствора ЭДТА, пошедший на титрование пробы воды, см³;

$C_{\text{эк}}$ – молярная концентрация эквивалента раствора ЭДТА;

V_2 – объем пробы воды, см³.

Устранимую жесткость определяют по формуле

$$C_{\text{устр}} = C_{\text{общ}} - C_{\text{пост}}.$$

Опыт 3. Получение и свойства жесткой воды.

Насыпьте в колбу вместимостью 100 см³ на кончике ножа хлорид или сульфат кальция или магния. Возьмите 4 пробирки и налейте в каждую из них по 2 см³ воды: в первую – полученной жесткой; во вторую – водопроводной; в третью – кипяченой; в четвертую – дистиллированной. Затем в каждую пробирку прилейте по каплям из бюретки мыльный раствор до получения устойчивой пены, встряхивая пробирку после каждой капли. Определите число капель, необходимых для образования пены в той или иной воде.

Полученные результаты запишите в табл. 5.

Т а б л и ц а 5

Свойства жесткой воды

Пробирки	Число капель мыльного раствора до образования пены
С жесткой водой	
С водопроводной водой	
С кипяченой водой	
С дистиллированной водой	

Примеры решения задач

Пример 1. Определить жесткость воды, если в 200 л ее содержится 36 г сульфата магния.

Решение. Жесткость воды определяем по формуле

$$C_{\text{ж}} = 10^3 \cdot m / M_{\text{эк}} V,$$

где $C_{\text{ж}}$ – жесткость воды, ммоль/л;

m – масса соли, г;

$M_{\text{эк}}$ – молярная масса эквивалента соли, г/моль; $M_{\text{эк}} = M/z$, здесь M – молярная масса соли; z – число атомов металла, умноженное на его валентность;

V – объем воды, л;

10^3 – коэффициент перевода моль/л в ммоль/л.

Так как молярная масса эквивалента сульфата магния составляет $120/2 = 60$ г/моль, жесткость воды

$$C_{\text{ж}} = 10^3 \cdot 36 / 60 \cdot 200 = 3 \text{ ммоль/л.}$$

Пример 2. Определить, сколько граммов сульфата кальция содержится в 500 л воды, если жесткость, обусловленная присутствием этой соли, равна 2 ммоль/дм³.

Решение. Молярная масса эквивалента сульфата кальция равна $136/2 = 68$ г/моль. Найдем массу сульфата кальция:

$$m = C_{\text{ж}} M_{\text{эк}} V / 10^3 = 2 \cdot 68 \cdot 500 / 10^3 = 68 \text{ г.}$$

Пример 3. Какую массу гидроксида кальция необходимо взять для умягчения 100 л воды, временная жесткость которой равна 4 ммоль/л?

Решение. По закону эквивалентов, на устранение временной жесткости, равной 4 ммоль/дм³, расходуется такое же число молей эквивалента гидроксида кальция. Так как молярная масса эквивалента $\text{Ca}(\text{OH})_2$ равна $74/2 = 37$ г/моль, найдем массу гидроксида кальция, необходимую для умягчения 100 дм³ воды:

$$m = 4 \cdot 37 \cdot 100 / 10^3 = 14,8 \text{ г.}$$

Пример 4. Вычислить жесткость воды, если на титрование 0,1 л этой воды, содержащей гидрокарбонат кальция, израсходовано 6,25 см³ раствора хлороводорода HCl с молярной концентрацией эквивалента $C_{\text{эк}} = 0,08$ моль/л.

Решение. Найдем жесткость воды (или количество вещества эквивалента гидрокарбоната кальция, содержащееся в 0,1 дм³ воды):

$$C_{\text{эк}} = 0,08 \cdot 6,25 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3 / 0,1 = 5 \text{ ммоль/л.}$$

Лабораторная работа № 8 ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ

Экспериментальная часть

Опыт 1. *Получение коллоидных растворов.*

а) Получение коллоидного раствора гидроксида железа при гидролизе соли железа.

Опыт основан на реакции гидролиза хлорида железа(III), которая при нагревании протекает до конца:

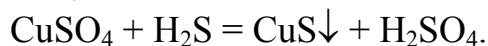


В стакан вместимостью 50 см³ налейте 20 см³ дистиллированной воды. Поставьте стакан на сетку и нагрейте воду до кипения, после чего горелку отставьте. В приготовленную воду добавьте 3-5 см³ 2%-го раствора хлорида железа(III), осторожно помешайте стеклянной палочкой, прокипятите содержимое стакана в течение 2-3 минут, часть полученного золя налейте в пробирку, которую вставьте в стойку прибора. Наблюдайте эффект Тинда-

ля. Золя сохраните. Напишите формулу мицеллы, учитывая, что ядро мицеллы золя образуют молекулы $\text{Fe}(\text{OH})_3$, а стабилизатором является FeCl_3 .

б) Получение золя сульфида меди.

Опыт основан на реакции:



Налейте в пробирку до $2/3$ объема сероводородной воды (раствор H_2S) и внесите в нее 1 каплю раствора сульфата меди. Плотнo закройте пробирку и взболтайте содержимое. Часть полученного раствора налейте в пробирку и наблюдайте эффект Тиндаля. Составьте формулу мицеллы сульфида меди (H_2S в избытке), учитывая, что на поверхности коллоидной частицы адсорбируются ионы HS^- , получающиеся в растворе при диссоциации сероводородной кислоты по первой ступени.

Опыт 2. Коагуляция коллоидных растворов.

а) Коагуляция золя гидроксида железа при действии электролита.

В три пробирки налейте по 5 см^3 золя гидроксида железа, полученного в опыте 1. В каждую пробирку приливайте по каплям до помутнения растворы солей одинаковой концентрации: в первую – хлорид натрия, во вторую – сульфат натрия, в третью – фосфат натрия. Запишите объем раствора каждой соли, при добавлении которого происходит помутнение золя. В какой пробирке помутнение наступает раньше? Объясните это явление.

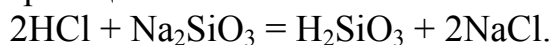
б) Взаимная коагуляция зольей.

Налейте в пробирку 3 см^3 золя сульфида меди, полученного в опыте 1б, и добавьте такой же объем золя гидроксида железа, полученного в опыте 1а. Наблюдайте образование осадка – продукта взаимной коагуляции зольей. Почему произошла коагуляция?

Опыт 3. Получение и свойства гелей.

а) Получение гидрогеля кремниевой кислоты.

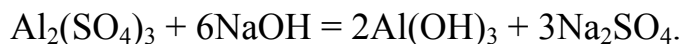
К $0,1 \text{ н}$ раствору хлороводородной кислоты медленно прилейте при помешивании раствор силиката натрия до тех пор, пока вся жидкость не загустеет. Уравнение реакции:



Опыт целесообразно повторить, прибавляя меньший объем раствора силиката натрия к более разбавленному раствору соляной кислоты. Полученные таким образом гели кремниевой кислоты неустойчивы и быстро подвергаются синерезису, то есть разделению студня на 2 части: концентрированный гель и более или менее чистую жидкость – дисперсионную среду, которая как бы выжимается в результате сближения коллоидных частиц. Более склонны к синерезису разбавленные гели.

б) Получение геля гидроксида алюминия.

Налейте в пробирку $3\text{-}5 \text{ см}^3$ 10% -го раствора сульфата алюминия и добавьте по каплям раствор гидроксида натрия до образования геля. Уравнение реакции:



Затем пробирку сильно встряхните и убедитесь, что гель перешел в золь. Явление перехода геля в золь под действием механического воздействия (например встряхивания) называется тиксотропией.

Опыт 4. Получение суспензии.

В две пробирки до половины налейте водопроводную воду, внесите в каждую из них немного цемента. В одну из пробирок добавьте несколько капель раствора ПАВ (по указанию преподавателя) и оставьте для контроля. Затем содержимое пробирок энергично взболтайте и дайте отстояться суспензии, заметьте время от начала отстаивания до осветления жидкости над осадком. Объясните наблюдаемые явления.

Опыт 5. Применение коагуляции.

В двух пробирках приготовьте суспензию глины в воде. В обе пробирки внесите по 1-2 см³ насыщенного раствора гидрокарбоната натрия NaHCO₃ для подщелачивания природной воды. В одну пробирку влейте 3-4 см³ концентрированного раствора сульфата алюминия, в другую (оставленную для сравнения) – столько дистиллированной воды, чтобы объемы в обеих пробирках стали одинаковыми. Содержимое пробирок одновременно энергично взболтайте, а затем дайте отстояться. Через 10-15 мин отметьте, в какой пробирке быстрее осели взвешенные частицы. Объясните это. Какова роль сульфата алюминия? Где этот прием используется в технике?

Опыт 6. Получение эмульсии типа М/В.

В две пробирки до 1/2 объема налейте воды и в каждую внесите по 1-1,5 см³ масла. В одну из пробирок добавьте 1%-й раствор мыла. Обе пробирки плотно закройте пробками и энергично взбалтывайте содержимое в течение 2-3 мин, после чего пробирки поставьте в штатив и заметьте время, за которое эмульсия расслоится. Раствор мыла добавляется для повышения устойчивости эмульсии, мыло адсорбируется на поверхности капель масла и препятствует их слиянию (коалесценции).

Опыт 7. Получение и свойства пен.

В цилиндр вместимостью 50-100 см³ налейте 10 см³ воды и добавьте ПАВ, например 0,1 см³ ОП-10. Встряхивайте эту смесь в течение 10-20 с. После прекращения встряхивания включите секундомер, одновременно отметив объем пены. Наблюдайте изменение объема пены во времени. Затем опыт повторите, разбавляя раствор в 2 и 10 раз. Полученные результаты занесите в табл. 6.

Т а б л и ц а 6

Свойства пен

Концентрация мыла					
C ₁		C ₂ = C ₁ /2		C ₃ = C ₁ /10	
Время, с	Объем пены, см ³	Время, с	Объем пены, см ³	Время, с	Объем пены, см ³

Делайте вывод о зависимости максимального объема образовавшейся пены от концентрации поверхностно-активного вещества.

Опыт 8. Адсорбция.

а) Адсорбционная способность угля.

В одну пробирку налейте дистиллированную воду, окрасьте ее несколькими каплями фиолетовых чернил. В другую пробирку налейте сероводородную воду (раствор H_2S). Всыпьте в каждую пробирку по 0,5 г измельченного древесного угля, закройте пробирки пробками и энергично взболтайте. Через несколько минут отфильтруйте уголь через складчатый бумажный фильтр. Имеют ли окраску и запах фильтраты (т.е. отфильтрованные жидкости)?

б) Адсорбционное свойство угля.

Проделайте качественную реакцию на ион свинца: внесите в пробирку несколько капель 0,001 н раствора $Pb(NO_3)_2$ и несколько капель раствора КJ. Наблюдайте выпадение желтого осадка PbJ_2 . Затем внесите в пробирку несколько капель раствора $Pb(NO_3)_2$ и прибавьте 3-4 микрошпателя активированного угля. Содержимое перемешайте, отфильтруйте, к фильтрату прибавьте несколько капель раствора КJ. Выпадет ли желтый осадок PbJ_2 в этом случае?

Опыт 9. Процесс смачивания.

В пробирку налейте 3–4 см³ водопроводной воды и внесите в нее немного парафинированной алюминиевой пудры. Смачивается ли пудра водой? Внесите в пробирку несколько капель раствора какого-либо ПАВ (додецилсульфат, сульфанол, ОП-7, ОП-10), содержимое пробирки перемешайте и наблюдайте явление смачивания. Объясните, почему гидрофобная поверхность частиц стала гидрофильной. Где используется алюминиевая пудра?

Опыт 10. Флотация.

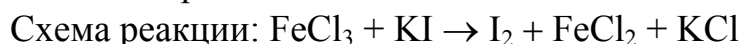
2 г порошка серы с диаметром частиц меньше 0,25 мм смешайте с 2 г чистого и мелкого песка. Смесь всыпьте в цилиндр, в котором находится 100 см³ воды, и тщательно взболтайте. Весь песок и большая часть серы (окисленной с поверхности) тонет. Прилейте в цилиндр 10-12 капель 5%-го раствора бутилового спирта и тщательно взболтайте. Что всплывет на поверхность жидкости? Какое значение имеет флотация?

Лабораторная работа № 9 ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ

Экспериментальная часть

Опыт 1. *Окислительные свойства ионов Fe^{+3} .*

В пробирку налейте 1-2 см³ раствора хлорида железа и добавьте 1-1,5 см³ раствора йодида калия, а также несколько капель раствора крахмала. Напишите уравнение реакции, расставьте коэффициенты методом электронного баланса.



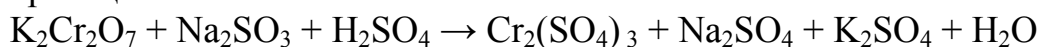
Напишите результаты наблюдений. О чем свидетельствует окраска крахмала в синий цвет?

Опыт 2. *Окислительные свойства дихромата калия.*

В пробирку налейте 1-2 см³ раствора дихромата калия $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, добавьте около 1 см³ 2 н раствора серной кислоты и несколько кристалликов сульфита натрия Na_2SO_3 , перемешайте и наблюдайте за изменением окраски раствора.

Напишите уравнение реакции, расставьте коэффициенты методом электронного баланса.

Схема реакции:

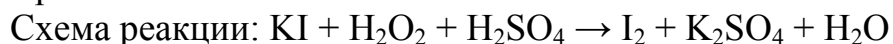


Напишите результаты наблюдений.

Опыт 3. *Окислительные свойства пероксида водорода.*

В пробирку налейте 1-2 см³ раствора пероксида водорода, добавьте несколько капель серной кислоты и прилейте раствор йодида калия. Добавьте в раствор несколько капель крахмала.

Напишите уравнение реакции, расставьте коэффициенты методом электронного баланса.



Напишите результаты наблюдений. О чем свидетельствует наличие синей окраски крахмала?

Опыт 4. *Восстановительные свойства пероксида водорода.*

Налейте в пробирку 1-2 см³ раствора пероксида водорода, подкислите его несколькими каплями 2 н раствора серной кислоты и прилейте 1 см³ раствора перманганата калия.

Напишите уравнение реакции. Составьте электронный баланс и подберите коэффициенты.



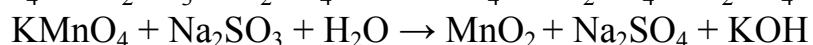
Напишите результаты наблюдений.

Опыт 5. *Влияние реакции среды на окислительные свойства перманганата калия (химический хамелеон).*

В три пробирки налейте по 1-2 см³ раствора перманганата калия и добавьте в первую пробирку 1 см³ 2 н раствора серной кислоты, во вторую – 1 см³ воды, в третью – 1 см³ 2 н раствора гидроксида натрия. Затем во все три пробирки внесите несколько кристалликов сульфита натрия Na₂SO₃.

Напишите уравнения реакций, учитывая, что в кислой среде осуществляется переход Mn⁺⁷ → Mn⁺², в нейтральной – Mn⁺⁷ → MnO₂, в щелочной – Mn⁺⁷ → Mn⁺⁶, а Na₂SO₃ в каждом случае окисляется до Na₂SO₄. Составьте электронный баланс и подберите коэффициенты.

Схемы реакций:



Напишите результаты наблюдений.

Лабораторная работа № 10 ДЕЙСТВИЕ КИСЛОТ И ЩЕЛОЧЕЙ НА МЕТАЛЛЫ

Экспериментальная часть

Опыт 1. *Взаимодействие цинка с серной кислотой.*

В две пробирки положите по кусочку цинка. В первую пробирку прилейте 2-3 см³ разбавленной серной кислоты, во вторую — концентрированной серной кислоты и слегка нагрейте (в вытяжном шкафу!). Напишите уравнения реакций и укажите, что является окислителем и что — восстановителем.

Опыт 2. *Взаимодействие свинца с азотной кислотой.*

В две пробирки положите по кусочку свинца. В первую из них прилейте 2-3 см³ разбавленной азотной кислоты, а в другую — концентрированной азотной кислоты (в вытяжном шкафу!). Если реакция в первой пробирке не идет, ее следует слегка подогреть. Какой газ образуется в первой пробирке, какой — во второй? Напишите уравнения реакций и определите окислители и восстановитель.

Опыт 3. *Взаимодействие алюминия с хлороводородной кислотой.*

В две пробирки положите по кусочку алюминия. В одну из них прилейте 2-3 см³ разбавленной хлороводородной кислоты, а в другую - концентрированной азотной кислоты (в вытяжном шкафу!). Через 3-4 мин слейте кислоту и промойте металл водой. На промытый металл подействуйте раствором хлороводородной кислоты. Почему после обработки

азотной кислотой алюминий не растворяется в хлороводородной кислоте? Напишите уравнения реакций.

Опыт 4. *Взаимодействие металлов с растворами щелочей.*

В одну пробирку положите небольшое количество алюминиевых, а в другую — цинковых стружек. В каждую пробирку прилейте по 2-3 см³ раствора щелочи. Если реакция не идет, слегка нагрейте пробирки. Когда начнется энергичное выделение газа, поднесите к отверстиям пробирок зажженную лучинку. Что наблюдается? Составьте уравнения реакций, имея в виду, что образуются соли цинковой H_2ZnO_2 и алюминиевой H_3AlO_3 кислот.

Лабораторная работа № 11 РЯД НАПРЯЖЕНИЙ МЕТАЛЛОВ И ГАЛЬВАНИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ

Экспериментальная часть

Опыт 1. *Вытеснение водорода из кислоты.*

В четыре пробирки налейте по 3-4 см³ 1 н раствора хлороводородной кислоты и опустите в одну из них кусочек алюминия, в другую — железа, в третью — цинка, в четвертую — меди. Какие из взятых металлов вытесняют водород из кислоты? Напишите молекулярные и ионные уравнения реакций. Расположите металлы по увеличению их активности.

Опыт 2. *Выделение металлов из растворов солей.*

а) В первую пробирку налейте раствор сульфата цинка и опустите туда кусочек алюминия.

б) Во вторую — раствор сульфата железа(II) и опустите туда кусочек цинка.

в) В третью — раствор нитрата свинца(II) и опустите туда кусочек железа.

г) В четвертую — раствор сульфата меди (II) и внесите туда кусочек свинца.

Составьте уравнения реакций и расположите металлы по их способности вытеснять друг друга из растворов солей.

Опыт 3. *Гальванический элемент Даниэля — Якоби.*

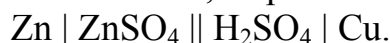
В два стакана по 100 см³ налейте до половины: в один — 1 М раствор сульфата меди, в другой — 1 М раствор сульфата цинка. В стаканы поместите соответствующие электроды из цинка и меди. Стаканы соедините

электролитическим мостиком. Соедините концы электродов металлическим проводником с гальванометром. Наблюдайте появление тока в элементе.

Подсчитайте напряжение гальванического элемента. Запишите схему гальванического элемента и электронные уравнения протекающих в элементе процессов.

Опыт 4. *Гальванический элемент с водородной деполяризацией.*

Соберите гальванический элемент, выраженный схемой



Цепь замкните и заметьте по гальванометру направление тока. Рассчитайте напряжение данного гальванического элемента, имея в виду, что концентрация соли и кислоты 1 моль/дм³. Напишите электронные уравнения процессов, протекающих на аноде и катоде.

Лабораторная работа № 12 КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ

Экспериментальная часть

Опыт 1. *Качественная реакция на ион Fe^{2+} .*

В пробирке с 3-4 см³ воды растворите несколько кристалликов сульфата двухвалентного железа. Добавьте к раствору 2-3 капли раствора красной кровяной соли $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CNS})_6]_2$. При этом происходит реакция обмена с образованием малорастворимого соединения – турнбулевой сини $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CNS})_6]_2$. Напишите уравнение реакции. Запишите результаты наблюдений. В дальнейшем по появлению синего окрашивания в присутствии красной кровяной соли можно судить о наличии в растворе ионов Fe^{2+} .

Опыт 2. *Коррозия оцинкованного и луженого железа.*

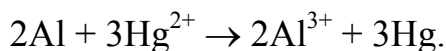
В две пробирки налейте по 5-6 см³ раствора серной кислоты и по 2 капли раствора красной кровяной соли. Опустите в одну пробирку пластинку оцинкованного железа, а в другую – луженую пластинку. На пластинках заранее сделайте царапины. Что растворяется в первой и второй пробирках? Напишите уравнения реакций.

Опыт 3. *Растворение цинка в кислоте в присутствии ионов Cu^{2+} .*

Поместите кусочек гранулированного цинка в пробирку с разбавленной серной кислотой. Обратите внимание на медленное выделение водорода. Добавьте в пробирку немного сульфата меди. Что наблюдается? Объясните, почему выделение водорода усилилось. (Не выбрасывать цинк в раковину!)

Опыт 4. Коррозия алюминия.

Алюминиевую проволоку опустите на 1 мин в раствор щелочи, затем промойте водой, вытрите фильтровальной бумагой и поместите на 1-2 мин в пробирку с раствором нитрата ртути $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$. Выньте проволоку, промойте водой и наблюдайте за изменением поверхности алюминия на воздухе. Каков состав вещества, появившегося на поверхности алюминия? Снимите порошок фильтровальной бумагой и поместите проволоку в пробирку с водой. Какой газ выделяется? Сущность опыта состоит в амальгмировании алюминия:



Металлическая ртуть образует сплав с металлами. На амальгмированном алюминии оксидная пленка Al_2O_3 не удерживается и проявляется собственная активность алюминия, способного быстро соединиться с кислородом воздуха и вытеснить водород из воды.

Опыт 5. Влияние на коррозию иона хлора.

а) В две пробирки налейте по 3-4 см³ раствора сульфата меди. Поместите в каждую кусочек алюминия. В одну из пробирок добавьте немного сухого хлорида натрия. В какой из пробирок быстрее протекает реакция? Объясните результаты опыта и составьте схему действия образовавшихся гальванопар.

б) В 5 пробирок налейте по 4-5 см³ 2 н раствора хлороводородной кислоты и по 2 капли $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CNS})_6]_2$. В первую пробирку добавьте 2-3 капли желатина, во вторую – 2-3 капли 1%-го раствора йодида калия, в третью – 2-3 капли 1%-го раствора уротропина, в четвертую – 3%-й раствор столярного клея. Пятая остается для сравнения. В каждую пробирку поместите чистые гвозди. Объясните происходящие явления. Гвозди после опыта помойте и сложите в фарфоровую чашку (в раковину не бросать!).

Лабораторная работа № 13 МИНЕРАЛЬНЫЕ ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА

Экспериментальная часть

Опыт 1. Реакция производства негашеной извести (строительной извести).

В небольшой фарфоровый тигель на 1/2 объема поместите кусочки известняка примерно одинаковой величины. Тигель с веществом поставьте в нагретую до 900-1000°C муфельную печь и прокалите в течение 20-30 минут. Напишите уравнение реакции разложения известняка. Приведите химическое и техническое названия образовавшегося известкового вяжущего вещества.

Осторожно перенесите тигель с продуктом обжига в эксикатор для охлаждения. Почему нельзя охлаждать тигель с веществом на воздухе? Ответ подтвердите уравнениями реакций. Укажите виды воздушной извести, выпускаемые промышленностью.

Опыт 2. Приготовление гашеной извести.

Извлеките из эксикатора охлажденный тигель (опыт 1) и перенесите несколько кусочков продукта обжига в другой тигель. Постепенно по каплям добавляйте воду до прекращения бурной реакции и образования порошкообразного продукта. Внимательно наблюдайте за ходом реакции и отмечайте:

- тепловой эффект процесса;
- изменение состояния и объема исходного вяжущего вещества.

Выразите наблюдаемый процесс уравнением химической реакции. Как называется этот процесс? Что такое известь “пушонка”?

Опыт 3. Приготовление известкового теста.

К полученному в опыте 2 порошку гидратной извести (“пушонка”) добавляйте воду до образования пластичного теста. Приготовьте из теста кирпичик и через некоторое время пронаблюдайте схватывание теста, т.е. потерю тестом пластичности.

Опыт 4. Приготовление “известкового молока” и известковой воды.

Порцию негашеной извести (опыт 1) осторожно загасите водой и приготовьте тесто. К полученному тесту гашеной извести прилейте избыток воды до образования суспензии. Что собой представляет суспензия гашеной извести? Как она называется? Дайте суспензии отстояться. Несколько капель прозрачного раствора перенесите пипеткой в чистую пробирку и добавьте каплю фенолфталеина. Объясните изменение окраски фенолфталеина. Напишите соответствующее уравнение электролитической диссоциации. Как называется раствор, находящийся в равновесии с твердой фазой суспензии гашеной извести?

Опыт 5. Карбонизация извести.

Кирпичик из гашеной извести (опыт 3) поместите в сухую пробирку. Пропускайте в нее углекислый газ из аппарата Киппа до появления на стенках пробирки влаги. Отмечайте тепловой эффект процесса. Напишите уравнение протекающей реакции. Какое значение имеет эта реакция в процессе твердения известковых вяжущих веществ?

Опыт 6. Реакция производства строительного гипса.

Несколько кусочков природного гипсового камня поместите в фарфоровую чашку (или тигель) и поставьте в сушильный шкаф с температурой 150-170°C. Через 15-20 минут тигель перенесите для охлаждения в эксикатор. Обратите внимание на изменение внешнего вида

гипсового камня. Напишите уравнение реакции частичной дегидратации природного гипса. Приведите химическое и техническое названия полученного гипсового вяжущего вещества.

Опыт 7. Реакция твердения строительного гипса.

К полученному в опыте 3 строительному гипсу прибавляйте небольшими порциями воду до образования тестообразной пластичной массы. Перенесите ее на монету, поверхность которой предварительно смазана вазелином (или на другой предмет с рельефной поверхностью). Через 10-15 минут после того, как тесто схватится, осторожно удалите монету: на поверхности вяжущего вещества образуется слепок монеты. Как изменяется объем вяжущего теста при твердении? Напишите уравнение реакции твердения строительного гипса.

Опыт 8. Реакция твердения магнезиального цемента.

Растворите в фарфоровой чашке около 1г кристаллогидрата хлорида магния $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ в возможно малом количестве воды и добавьте при перемешивании 1г оксида магния. Полученную тестообразную массу поместите на стеклянную пластинку и оставьте до следующего занятия. Магнезиальный цемент застывает в твердую, легко полирующуюся массу. Какое вещество составляет основу магнезиального вяжущего вещества? Каким раствором оно затворяется для получения магнезиального цемента? Напишите уравнение реакции схватывания магнезиального цемента.

Опыт 9. Образование $Ca(OH)_2$ при твердении портландцемента.

В фарфоровую чашку поместите немного порошка портландцемента и добавьте 1-2 капли фенолфталеина. Показывает ли фенолфталеин щелочную среду? К этой порции порошка цемента добавляйте небольшими порциями воду до образования кашицеобразной массы (цементное тесто). Что наблюдается? Как изменяется окраска индикатора, о чем она свидетельствует? Объясните наблюдаемые явления, записав уравнения реакций взаимодействия минералов цементного клинкера с водой.

Составьте таблицу:

Т а б л и ц а 7

Продукты взаимодействия минералов цементного клинкера с водой

Минералы клинкера	Продукты гидратации и гидролиза (гидратные новообразования)

Опыт 10. Изучение качественного состава водной вытяжки портландцемента.

Насыпьте в пробирку небольшую порцию порошка цемента (0,5 - 1 см высотой), прилейте дистиллированной воды до половины объема и хорошо

перемешайте стеклянной палочкой. Дайте образовавшейся суспензии отстояться, затем отфильтруйте через складчатый бумажный фильтр. К нескольким каплям водной вытяжки цемента (фильтрат) добавьте каплю фенолфталеина и отметьте изменение окраски индикатора. Какие ионы обнаружены? К другой порции вытяжки (1-2 мл) прилейте раствор карбоната натрия. Что наблюдается? На присутствие каких ионов в водной вытяжке портландцемента указывает результат реакции? Составьте уравнение соответствующей качественной реакции. Результаты опыта впишите в таблицу:

Т а б л и ц а 8

Качественный состав водной вытяжки портландцемента

Реактив	Наблюдаемый эффект	Ионы	Уравнение реакции
Фенолфталеин			
Р-р Na_2CO_3			

Какое вещество обнаружено в водной вытяжке цемента? Напишите уравнение его диссоциации в растворе.

О п ы т 11. *Ускорение процесса схватывания портландцемента.*

В три фарфоровые чашки поместите по 5г порошка портландцемента и затворите каждую порцию отдельно одинаковыми объемами следующих растворов так, чтобы образовалось тесто: первую – горячей водой, вторую – раствором хлорида кальция, третью – раствором смеси хлорида натрия и карбоната калия. Последний раствор готовится заранее из расчета 17 г NaCl и 50 г K_2CO_3 на 1 л воды. Смеси размешайте стеклянными палочками. Для каждой пробы цементного теста определите время начала схватывания, т.е. промежуток времени с момента затворения порошка до потери пластичности теста. Полученные данные запишите в таблицу:

Т а б л и ц а 9

Ускорение процесса схватывания портландцемента

№ пробы	Добавка к затворителю	Время затворения, мин	Время начала схватывания, мин	Сроки схватывания, мин
1				
2				
3				

Укажите, какая из добавок оказывает наибольший, ускоряющий схватывание теста, эффект. Объясните, на чем основано ускоряющее действие добавок.

Опыт 12. Изготовление газоцемента.

В качестве формы для твердения образцов цементного теста используйте одинаковые полиэтиленовые стаканчики, смазанные изнутри вазелином. Увлажните поверхность фарфоровой чашки водой и насыпьте в нее 10 г цементного порошка, 1 г молотой негашеной извести. Перемешивая смесь стеклянной палочкой, затворяйте ее горячей водой (70-80°C) до образования тестообразной массы. В приготовленное тесто внесите 1-2 микрошпателя порошка алюминия, смесь тщательно перемешайте. Затем перенесите тесто в форму для твердения. Через 1-2 мин начинается газовыделение, которое достигает наибольшей интенсивности через 5-7 мин. Одновременно приготовьте цементное тесто вышеуказанного состава, но без добавки порошка алюминия и перенесите в другую форму. По окончании газовыделения и схватывания теста сравните на весах массы этих двух образцов. Поясните результат взвешивания. На каком свойстве металлического алюминия основана технология изготовления газоцемента? С каким составляющим (компонентом) цементного порошка взаимодействует алюминий? Напишите уравнение реакции.

Лабораторная работа № 14 ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА ПОЛИМЕРОВ

Экспериментальная часть

Опыт 1. Получение полистирола.

В пробирку поместите 5 г стирола. В качестве инициатора добавьте 0,05 г перекиси бензоила. Осторожно нагрейте на кипящей водяной бане в течение 30-40 минут. Наблюдайте образование стекловидной массы полистирола.

Составьте схему радикальной полимеризации стирола.

Опыт 2. Получение полиметакрилата (органического стекла).

Органическое стекло (оргстекло, плексиглас) – это полиметилметакрилат, синтетический полимер метилметакрилата.

Налить в пробирку 2-3 см³ метилового эфира метакриловой кислоты. В качестве инициатора добавить 0,05 г перекиси бензоила. Нагревайте пробирку с содержимым на кипящей водяной бане, пока жидкость не примет сиропобразную консистенцию. После этого поместите пробирку в стакан с водой, нагретой до 60-70 °С.

Когда полимер затвердеет, разбейте пробирку и извлеките стекловидную массу полиметилметакрилата.

Составьте схему полимеризации метилового эфира метакриловой кислоты.

Опыт 3. Получение глифталевой смолы.

В фарфоровый стакан поместите 22,0 г фталевого ангидрида и 13,3 г безводного глицерина и прикройте его часовым стеклом. Смесь быстро нагрейте на воздушной или песчаной бане до температуры 180 °С и поддерживайте эту температуру в течение двух часов. Затем реакцию смесь нагрейте до 200-220 °С и нагревание продолжайте до образования полимера, труднорастворимого в ацетоне.

В процессе синтеза отберите пробы реакционной смеси. Первую пробу отберите тотчас же после расплавления фталевого ангидрида, следующие пробы – через 15, 30, 45 мин и через 1, 2 часа. Фталевый ангидрид при нагревании возгоняется и кристаллизуется на холодных стенках воронки; перед отбором пробы счистите его в реакционный сосуд и тщательно перемешайте реакционную смесь. Работу следует проводить в вытяжном шкафу.

Составьте схему получения глифталевой смолы.

Опыт 4. Получение искусственных полимеров – нитроцеллюлозы.

Налейте в сухой стеклянный или фарфоровый стакан 4-5 см³ концентрированной азотной кислоты и осторожно добавьте 8-10 см³ концентрированной серной кислоты. Охладите сильно разогревшуюся смесь кислот, внести в нее около 0,2 г целлюлозы (чистой ваты) и перемешайте стеклянной палочкой. (Работу выполнять в вытяжном шкафу!)

Поместите стакан в водяную баню (50-60 °С) и непрерывно перемешивайте содержимое стакана стеклянной палочкой. Через 5-6 мин выньте той же стеклянной палочкой из стакана вату, поместите ее в воронку, вставленную в колбочку, и тщательно промойте под краном водопроводной водой. Промытую вату отожмите стеклянной палочкой, а затем фильтровальной бумагой, после чего просушите в течение нескольких минут на воздухе. Полученную таким образом нитроклетчатку разделите на две части. Одну из них внесите с помощью щипцов в пламя горелки. Другую часть нитроцеллюлозы поместите в сухую пробирку (потушите огонь), прилейте 5-6 см³ ацетона и перемешайте стеклянной палочкой. Получается густой коллоидный раствор. Небольшую часть этого раствора вылейте на стеклянную пластинку. Наблюдайте образование пленки (после испарения растворителя).

Опыт 5. Качественное определение растворимости.

Поместите в пять пробирок с притертыми пробками по 0,5 г хорошо измельченных полимеров: полистирола, поливинилхлорида, каучука, фенолоформальдегидного полимера (или других, по указанию преподавателя). Прилейте по 5 см³ растворителя (в соответствии с табл. 10) в каждую пробирку и оставьте стоять в штативе 20-30 минут при комнатной температуре, изредка встряхивая содержимое пробирок. По истечении

времени отмечайте произошедшие изменения в пробирках. При частичном растворении или набухании полимера проверьте его растворимость при повышенной температуре. Для этого пробирку с испытываемой смесью нагрейте на кипящей водяной бане в течение 10 минут и вновь отметьте произошедшие изменения. (Работу выполнять в вытяжном шкафу!)

Т а б л и ц а 10

Рекомендуемые растворители и осадители

Полимер	Растворитель	Осадитель
Полистирол	Бензол	Метиловый спирт, бензин
Поливинилхлорид	Дихлорэтан	Низшие спирты
Каучук		
Фенолформальдегидные смолы	Ацетон, этиловый спирт	Вода
Полиметилметакрилат	Бензол	Бензин
Поливинилацетат	Низшие спирты	Вода, эфир
Полиуретаны	Циклогексан	Вода
Полиэфиры	Ацетон	Вода, низшие спирты
Полиамиды	Крезол, диметилформальдегид	Низшие спирты
Карбамидные полимеры	Вода	Раствор HCl

О п ы т 6. Количественное определение растворимости.

В коническую колбу поместите 0,1 г хорошо измельченного фенолоформальдегидного полимера и растворите его в 3 см³ ацетона. Из бюретки прилейте к раствору воду (по каплям при постоянном помешивании) до появления мути. Определите объем добавленной воды (см³). Рассчитайте растворимость фенолоформальдегидного полимера в ацетоне путем деления объема воды на 1 см³ взятого ацетона.

О п ы т 7. Термическое разложение полимера при обычном горении

Внесите образец полимера в пламя горелки. При легком воспламенении образца сразу удалите его из пламени; если он плавится и съезживается, держите в огне до воспламенения, но не более 10 секунд. Воспламенившийся материал наблюдайте вне пламени горелки. Определите запах продуктов горения, а по запаху – тип полимера по табл. 11.

Т а б л и ц а 11

Поведение полимеров при горении

Полимер	Отношение к нагреванию	Цвет пламени	Запах
1	2	3	4
Полиэтилен или его гомолог	Плавится легко, загорается, не обугливается	Почти несветящееся	Горелого парафина (свечи)
Поливинилхлорид	Плавится с разложением, горит только в пламени горелки, обугливается	Коптящее, зеленое (у основания), после гашения белый дымок	Резкий запах хлороводорода
Полистирол	Плавится, горит и вне пламени горелки, обугливается	Пламя большое, коптящее, яркое	Сладковатый, цветочный запах
Карбамидоформальдегидная смола	Не горит, сохраняет форму, частично обугливается	—	Запах формальдегида и аммиака
Меламиноформальдегидная смола	То же	—	Сильный запах рыбы и формальдегида
Фенолоформальдегидная смола	То же	—	Запах фенола и формальдегида
Полиметилметакрилат	Загорается не сразу, горит вне пламени горелки, не обугливается	Среднее пламя, светящееся с потрескиванием	Запах эфирный, сладковатый, цветочно-плодовый
Вискозный шелк	Легко загорается и горит вне пламени горелки. Зола легкая, бесцветная	—	Запах жженой бумаги

1	2	3	4
Ацетатный шелк	Предварительно плавится. Горит медленно и вне пламени горелки. Образуется твердый темный шарик	–	Запах уксусной кислоты
Капрон	Плавится, образуя янтарный шарик. Загорается не сразу, горит быстро, а вне пламени горелки плавится и тухнет	–	Запах жженого рога
Лавсан	Не горит, плавится с образованием твердого неровного шарика	–	–
Хлорин	Плавится и обугливается, вне пламени не горит	–	Запах хлора

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коровин, Н.В. Общая химия [Текст]: учебник для технических направлений и специальностей / Н.В. Коровин. – 12-е изд., испр. – М.: Высшая школа, 2010. – 557 с.
2. Глинка, Н.Л. Общая химия [Текст]: учеб. пособие для вузов / Н.Л. Глинка. – 30-е изд., испр. – М.: Интеграл-Пресс, 2010. – 727 с.
3. Ахметов, Н.С. Общая и неорганическая химия [Текст]: учебник для вузов / Н.С. Ахметов. – М.: Высшая школа, 2008. – 743 с.
4. Вольхин, В.В. Общая химия. Основной курс [Текст]: учеб. пособие / В.В. Вольхин. – 2-е изд. – СПб.: Лань, 2008. – 464 с.
5. Сидоров, В.И. Общая химия [Текст]: учебник / В.И. Сидоров, Е.Е. Платонова, Т.П. Никифорова. – М.: АСВ, 2012. – 312 с.
6. Артеменко, А.И. Органическая химия [Текст]: учеб. пособие / А.И. Артеменко. – 6-е изд., испр. – М.: Высшая школа, 2007. – 559 с.
7. Коровин, Н.В. Лабораторные работы по химии [Текст]: учеб. пособие / Н.В. Коровин, Э.И. Мингулина, Н.Г. Рыжова. – 4-е изд., перераб. – М.: Высшая школа, 2007. – 256 с.
8. Общая и неорганическая химия [Текст]: лабораторный практикум / П.М. Кругляков [и др.]; под общ. ред. проф. П.М. Круглякова. – 3-е изд., испр. и доп. – Пенза: ПГУАС, 2010. – 212 с.
9. Лабораторный практикум по химии [Текст]: учеб. пособие / И.И. Грекова [и др.] ; под общ. ред. В.В. Заречанской; Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. – Воронеж, 2005. – 179 с.
10. Хомченко, Г.П. Практикум по общей и неорганической химии с применением полумикрометода [Текст]: учеб. пособие для вузов / Г.П. Хомченко. – 2-е изд. – М.: Высшая школа, 1980. – 333 с.
11. Семишин, В.И. Лабораторные работы по общей химии [Текст] / В.И. Семишин. – М.: Высшая школа, 1971. – 272 с.

Приложение 1

Названия кислот и их кислотных остатков

Формула кислоты	Название кислоты		Формула аниона кислотного остатка	Название аниона кислотного остатка
	русское	международное		
1	2	3	4	5
HCl	хлороводородная	хлоридная	Cl ⁻¹	хлорид
HI	йодоводородная	йодидная	I ⁻¹	йодид
HBr	бромоводородная	бромидная	Br ⁻¹	бромид
HF	фтороводородная	фторидная	F ⁻¹	фторид
HClO	хлорноватистая	гипохлоритная	ClO ⁻¹	гипохлорит
HClO ₄	хлорная	перхлоратная	ClO ₄ ⁻¹	перхлорат
HMnO ₄	марганцевая	перманганатная	MnO ₄ ⁻¹	перманганат
H ₂ SO ₄	серная	сульфатная	SO ₄ ⁻²	сульфат
H ₂ SO ₃	сернистая	сульфитная	SO ₃ ⁻²	сульфит
H ₂ S	сероводородная	сульфидная	S ⁻²	сульфид
H ₂ S ₂ O ₃	тиосерная	тиосульфатная	S ₂ O ₃ ⁻²	тиосульфат
H ₂ Cr ₂ O ₇	дихромовая	дихроматная	Cr ₂ O ₇ ⁻²	дихромат
H ₂ CrO ₄	хромовая	хроматная	CrO ₄ ⁻²	хромат
HNO ₃	азотная	нитратная	NO ₃ ⁻¹	нитрат
HNO ₂	азотистая	нитритная	NO ₂ ⁻¹	нитрит
H ₃ PO ₄	ортофосфорная	ортофосфатная	PO ₄ ⁻³	ортофосфат
H ₂ CO ₃	угольная	карбонатная	CO ₃ ⁻²	карбонат
H ₂ SiO ₃	кремневая	силикатная	SiO ₃ ⁻²	силикат
H ₃ BO ₃	ортоборная	ортоборатная	BO ₃ ⁻³	ортоборат
HCN	циановодородная	цианидная	CN ⁻¹	цианид
CH ₃ COOH	уксусная	ацетатная	CH ₃ COO ⁻¹	ацетат
H ₃ AsO ₄	мышьяковая	арсенатная	AsO ₄ ⁻³	арсенат

Приложение 2

Стандартные энтропии S_{298}^0 и энтальпии $\Delta_f H_{298}^0$ образования некоторых веществ

Вещество и агрегатное состояние	S_{298}^0 , Дж/(моль·К)	$\Delta_f H_{298}^0$, кДж/моль
C_2H_2 (г)	200,82	+226,75
CS_2 (г)	-	+115,28
C_2H_4 (г)	219,45	+52,50
CO (г)	186,19	-74,85
CO_2 (г)	197,91	-110,52
C_2H_5OH (г)	213,65	-393,51
C_2H_5OH (ж)	282,40	-234,96
H_2O (г)	161,00	-276,00
H_2O (ж)	188,72	-241,18
H_2S (г)	69,98	-286,00
NO (г)	205,64	-20,15
NH_3 (г)	210,65	+90,37
NH_4Cl (тв)	192,50	-46,19
CaO (тв)	95,81	-315,39
$CaCO_3$ (тв) кальцит	38,07	-635,10
Fe_2O_3 (тв)	91,71	-1206,83

Приложение 3

Плотность и массовые доли водных растворов некоторых солей
при температуре 20 °С

Массовая доля, %	Плотность, г/см ³		
	NaCl	Na ₂ CO ₃	MgSO ₄
2	1,012	1,019	1,019
4	1,027	1,040	1,039
6	1,041	1,061	1,060
8	1,056	1,081	1,082
10	1,071	1,103	1,103
12	1,086	1,240	1,126
14	1,101	1,146	1,148
16	1,116	1,170	1,172
18	1,132	1,185	1,195
20	1,142	-	1,220
22	1,164	-	1,245

Приложение 4

Константы диссоциации некоторых слабых электролитов

Электролиты	Формула	Числовые значения констант диссоциации	Степень диссоциации (α) в 0,1 н растворе
1	2	3	4
Азотистая кислота	HNO_2	$K=4,0 \cdot 10^{-4}$	0,064
Гидроксид аммония	NH_4OH	$K=1,8 \cdot 10^{-5}$	0,013
Муравьиная кислота	HCOOH	$K=1,76 \cdot 10^{-4}$	0,042
Ортоборная кислота	H_3BO_3	$K_1=5,8 \cdot 10^{-10}$ $K_2=1,8 \cdot 10^{-13}$ $K_3=1,6 \cdot 10^{-14}$	0,007
Ортофосфорная кислота	H_3PO_4	$K_1=7,7 \cdot 10^{-3}$ $K_2=6,2 \cdot 10^{-8}$ $K_3=2,2 \cdot 10^{-13}$	0,27
Сернистая кислота	H_2SO_3	$K_1=1,7 \cdot 10^{-2}$ $K_2=6,2 \cdot 10^{-8}$	0,20
Сероводородная кислота	H_2S	$K_1=5,7 \cdot 10^{-8}$ $K_2=1,2 \cdot 10^{-13}$	0,07
Циановодородная кислота	HCN	$K=7,2 \cdot 10^{-10}$	0,009
Угольная кислота	H_2CO_3	$K_1=4,3 \cdot 10^{-7}$ $K_2=5,6 \cdot 10^{-11}$	0,017
Уксусная кислота	CH_3COOH	$K=1,75 \cdot 10^{-5}$	0,013
Фтороводородная кислота	HF	$K=7,2 \cdot 10^{-4}$	0,085
Хлорноватистая кислота	HClO	$K=3,0 \cdot 10^{-8}$	0,05
Вода	H_2O	$K=1,86 \cdot 10^{-16}$	
Кремниевая кислота	H_2SiO_3	$K_1=2,2 \cdot 10^{-10}$ $K_2=1,6 \cdot 10^{-12}$	
Гидроксид цинка	Zn(OH)_2	$K_1=2,04 \cdot 10^{-8}$ $K_2=7,59 \cdot 10^{-10}$	
Гидроксид железа(II)	Fe(OH)_2	$K_{II}=1,82 \cdot 10^{-7}$	
Гидроксид железа(III)	Fe(OH)_3	$K_I=6,76 \cdot 10^{-3}$	
Гидроксид никеля(II)	Ni(OH)_2	$K_I=1,20 \cdot 10^{-11}$	
Гидроксид алюминия(III)	Al(OH)_3	$K_I=9,55 \cdot 10^{-6}$ $K_{II}=1,35 \cdot 10^{-6}$ $K_{III}=3,26 \cdot 10^{-8}$	
Гидроксид меди(II)	Cu(OH)_2	$K_{II}=4,57 \cdot 10^{-8}$	

Приложение 6

Стандартные электродные потенциалы металлов (ряд напряжений металлов)

Электрод	Электродный процесс (реакция)	Нормальный электродный потенциал (φ^0), В	Электрод	Электродный процесс (реакция)	Нормальный электродный потенциал (φ^0), В
$\text{Li}^+ \text{Li}$	$\text{Li}^+ + \bar{e} \rightarrow \text{Li}$	-3,01	$\text{Co}^{2+} \text{Co}$	$\text{Co}^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Co}$	-0,28
$\text{K}^+ \text{K}$	$\text{K}^+ + \bar{e} \rightarrow \text{K}$	-2,92	$\text{Ni}^{2+} \text{Ni}$	$\text{Ni}^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Ni}$	-0,25
$\text{Ba}^{2+} \text{Ba}$	$\text{Ba}^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Ba}$	-2,90	$\text{Sn}^{2+} \text{Sn}$	$\text{Sn}^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Sn}$	-0,14
$\text{Ca}^{2+} \text{Ca}$	$\text{Ca}^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Ca}$	-2,87	$\text{Pb}^{2+} \text{Pb}$	$\text{Pb}^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Pb}$	-0,13
$\text{Na}^+ \text{Na}$	$\text{Na}^+ + \bar{e} \rightarrow \text{Na}$	-2,71	$\text{H}^+ \text{H}_2$	$2\text{H}^+ + 2\bar{e} \rightarrow \text{H}_2$	0,00
$\text{Mg}^{2+} \text{Mg}$	$\text{Mg}^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Mg}$	-2,36	$\text{Cu}^{2+} \text{Cu}$	$\text{Cu}^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Cu}$	+0,34
$\text{Al}^{3+} \text{Al}$	$\text{Al}^{3+} + 3\bar{e} \rightarrow \text{Al}$	-1,70	$\text{O}_2 \text{OH}^-$	$2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\bar{e} \rightarrow 4\text{OH}^-$	+0,41
$\text{Mn}^{2+} \text{Mn}$	$\text{Mn}^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Mn}$	-1,18	$\text{Ag}^+ \text{Ag}$	$\text{Ag}^+ + \bar{e} \rightarrow \text{Ag}$	+0,80
$\text{Zn}^{2+} \text{Zn}$	$\text{Zn}^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Zn}$	-0,76	$\text{Hg}^{2+} \text{Hg}$	$\text{Hg}^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Hg}$	+0,90
$\text{Cr}^{3+} \text{Cr}$	$\text{Cr}^{3+} + 3\bar{e} \rightarrow \text{Cr}$	-0,71	$\text{Pt}^{2+} \text{Pt}$	$\text{Pt}^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Pt}$	+1,19
$\text{Fe}^{2+} \text{Fe}$	$\text{Fe}^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Fe}$	-0,44	$\text{O}_2 \text{H}_2\text{O}$	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\bar{e} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	+1,23
$\text{Cd}^{2+} \text{Cd}$	$\text{Cd}^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Cd}$	-0,40	$\text{Au}^{3+} \text{Au}$	$\text{Au}^{3+} + 3\bar{e} \rightarrow \text{Au}$	+1,42

Приложение 7

Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева

периоды	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	H 1 1,0079 Водород						(H)	He 2 4,0026 Гелий
2	Li 3 6,939 Литий	Be 4 9,0122 Бериллий	B 5 10,811 Бор	C 6 12,01115 Углерод	N 7 14,0067 Азот	O 8 15,9994 Кислород	F 9 18,9984 Фтор	Ne 10 20,179 Неон
3	Na 11 22,9898 Натрий	Mg 12 24,305 Магний	Al 13 26,9815 Алюминий	Si 14 28,086 Кремний	P 15 30,9738 Фосфор	S 16 32,064 Сера	Cl 17 35,453 Хлор	Ar 18 39,948 Аргон
4	K 19 39,102 Калий	Ca 20 40,08 Кальций	Sc 21 44,956 Скандий	Ti 22 47,90 Титан	V 23 50,942 Ванадий	Cr 24 51,996 Хром	Mn 25 54,9380 Марганец	Fe 26 55,847 Железо
5	Cu 29 63,546 Медь	Zn 30 65,37 Цинк	Ga 31 69,72 Галлий	Ge 32 72,59 Германий	As 33 74,9216 Мышьяк	Se 34 78,96 Селен	Br 35 79,904 Бром	Kr 36 83,80 Криптон
6	Rb 37 85,47 Рубидий	Sr 38 87,62 Стронций	Y 39 88,905 Иттрий	Zr 40 91,22 Цирконий	Nb 41 92,906 Ниобий	Mo 42 95,94 Молибден	Tc 43 (99) Технеций	Rh 44 101,07 Родий
7	Ag 47 107,868 Серебро	Cd 48 112,40 Кадмий	In 49 114,82 Индий	Sn 50 118,69 Олово	Sb 51 121,75 Сурьма	Te 52 127,60 Теллур	I 53 126,904 Йод	Xe 54 131,30 Ксенон
8	Cs 55 132,905 Цезий	Ba 56 137,34 Барий	La* 57 138,91 Лантан	Hf 72 178,49 Гафний	Ta 73 180,948 Тантал	W 74 183,85 Вольфрам	Re 75 186,2 Рений	Os 76 190,2 Осмий
9	Au 79 196,967 Золото	Hg 80 200,59 Ртуть	Tl 81 204,37 Таллий	Pb 82 207,19 Свинец	Bi 83 208,980 Висмут	Po 84 (210) Полоний	At 85 (210) Астат	Rn 86 (222) Радон
10	Fr 87 (223) Франций	Ra 88 (226) Радий	Ac** 89 (227) Актиний	Rf 104 (261) Резерфордий	Db 105 (262) Дубний	Sg 106 (263) Сиборгий	Bh 107 (262) Борий	Hs 108 (265) Хассий

		*Лантаноиды		**Актиноиды	
Ce 58 140,12 Церий	Pr 59 140,907 Празеодим	Nd 60 144,24 Неодим	Pm 61 (147)* Прометий	Sm 62 150,35 Самарий	Eu 63 151,96 Европий
Tb 65 158,924 Тербий	Dy 66 162,50 Диспрозий	Ho 67 164,930 Гольмий	Er 68 167,26 Эрбий	Tm 69 168,934 Тулий	Yb 70 173,04 Иттербий
				Lu 71 174,97 Лютеций	
				Gd 64 157,25 Гадолиний	
				Th 90 232,038 Торий	Pa 91 (231) Протактиний
				U 92 238,03 Уран	Np 93 (237) Нептуний
				Pu 94 (244) Плутоний	Am 95 (243) Америций
				Cf 98 (251) Калифорний	Bk 97 (247) Берклий
				Es 99 (254) Эйнштейний	Fm 100 (257) Фермий
				No 102 (255) Нобелий	Md 101 (257) Менделеев
				Lr 103 (256) Лютеренсий	Cm 96 (247) Кюрий
				Mt 109 (266) Мейтнерий	Ir 77 192,2 Иридий
				Pt 78 195,09 Платина	Rh 45 106,4 Палладий

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ВВЕДЕНИЕ	4
Лабораторная работа № 1 ОСНОВНЫЕ КЛАССЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ	6
Лабораторная работа № 2 ТЕПЛОВОЙ ЭФФЕКТ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ	7
Лабораторная работа № 3 СКОРОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ И ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ	8
Лабораторная работа № 4 РАСТВОРЫ. СПОСОБЫ ВЫРАЖЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ РАСТВОРОВ	11
Лабораторная работа № 5 ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКАЯ ДИССОЦИАЦИЯ. ИОННЫЕ РЕАКЦИИ В РАСТВОРАХ.....	15
Лабораторная работа № 6 ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКАЯ ДИССОЦИАЦИЯ ВОДЫ. ВОДОРОДНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ. ГИДРОЛИЗ СОЛЕЙ	16
Лабораторная работа № 7 ЖЕСТКОСТЬ ВОДЫ.....	17
Лабораторная работа № 8 ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ	20
Лабораторная работа № 9 ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ	24
Лабораторная работа № 10 ДЕЙСТВИЕ КИСЛОТ И ЩЕЛОЧЕЙ НА МЕТАЛЛЫ	25
Лабораторная работа № 11 РЯД НАПРЯЖЕНИЙ МЕТАЛЛОВ И ГАЛЬВАНИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ	26
Лабораторная работа № 12 КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ	27
Лабораторная работа № 13 МИНЕРАЛЬНЫЕ ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА.....	28
Лабораторная работа № 14 ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА ПОЛИМЕРОВ	32
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	37

Приложение 1	
НАЗВАНИЯ КИСЛОТ И ИХ КИСЛОТНЫХ ОСТАТКОВ	38
Приложение 2	
СТАНДАРТНЫЕ ЭНТРОПИИ S_{298}^0 И ЭНТАЛЬПИИ $\Delta_f H_{298}^0$	
ОБРАЗОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ ВЕЩЕСТВ	39
Приложение 3	
ПЛОТНОСТЬ И МАССОВЫЕ ДОЛИ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ	
НЕКОТОРЫХ СОЛЕЙ	
ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ 20 °С	40
Приложение 4	
КОНСТАНТЫ ДИССОЦИАЦИИ НЕКОТОРЫХ СЛАБЫХ	
ЭЛЕКТРОЛИТОВ	41
Приложение 5	
РАСТВОРИМОСТЬ СОЛЕЙ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ	42
Приложение 6	
СТАНДАРТНЫЕ ЭЛЕКТРОДНЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ МЕТАЛЛОВ	
(РЯД НАПРЯЖЕНИЙ МЕТАЛЛОВ)	43
Приложение 7	
ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ	
Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА	44

Учебное издание

Вилкова Наталья Георгиевна
Нуштаева Алла Владимировна
Шумкина Анна Александровна

ХИМИЯ

Методические указания к лабораторным работам
для направления «Строительство»

Редактор М.А. Сухова
Верстка Н.В. Кучина

Подписано в печать 19.01.2015. Формат 60x84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл.печ.л. 2,8. Уч.-изд.л. 3,0. Тираж 80 экз.
Заказ № 31.

Издательство ПГУАС.
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28